Anatomia do lenho de três espécies do gênero *Simira* Aubl. (Rubiaceae) da Floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro[1]

Cátia Henriques Callado[2]
Sebastião José da Silva Neto[3]

RESUMO

A anatomia do lenho das espécies *Simira glaziovii* (K. Schum.) Steyerm., *S. pikia* (K. Schum.) Steyerm. e *S. rubra* (Mart.) Steyerm. (Rubiaceae) é descrita no presente trabalho. Os caracteres anatômicos são discutidos em relação à taxonomia das espécies estudadas, tendo sido observadas como principais diferenças entre os *taxa*: a presença de células envolventes e o tipo de inclusões inorgânicas nos raios; a freqüência, o diâmetro e o comprimento dos elementos de vaso; a freqüência, a largura e o comprimento dos raios e o comprimento das fibras. A coloração que a madeira adquire após o corte pode ainda ser utilizada como importante subsídio na identificação das espécies.

Palavras-chave: anatomia do lenho, taxonomia, Rubiaceae, *Simira*, Floresta Atlântica.

ABSTRACT

The wood anatomy of the species *Simira glaziovii* (K. Schum.) Steyerm., *S. pikia* (K. Schum.) Steyerm. and *S. rubra* (Mart.) Steyerm. (Rubiaceae) is decribed. The wood anatomy is discussed in relation to taxonomy of studied species. The main anatomical differences were: presence of sheath cells and type of inorganic inclusions on rays; vessels frequency, width, and length; rays frequency, width, and length; and fibres length. The colour that woods acquired before cut can be used to important subside on identification of species.

Keywords: wood anatomy, taxonomy, Rubiaceae, *Simira*, Atlantic Rainforest.

INTRODUÇÃO

A anatomia do lenho com enfoque taxonômico é utilizada por vários sistemas de classificação, dentre os quais, destacam-se os de Takhtajan (1980), Gleason & Cronquist (1968) e Cronquist (1988), que aplicam os caracteres anatômicos como complemento ao estudo da taxonomia e filogenia das plantas. Na família Rubiaceae, investigações dessa natureza têm demonstrado claramente o valor taxonômico do lenho para a separação dos *taxa* (Koek-Noorman, 1969a,b; Koek-Noorman & Hogeweg, 1974; Koek-Noorman & Puff, 1983, 1991; Rogers, 1981, 1984; ter Welle *et al.*,1983; Jansen *et al.*, 1997, 2002; Lens *et al.*, 2000).

A família está situada entre os quatro maiores grupos de Angiospermas, sendo constituída por cerca de 650 gêneros e aproximadamente 13.000 espécies. Na América, a família está representada por aproximadamente 229 gêneros e 5.200 espécies (Delprete, 1999). Apresenta ampla distribuição geográfica, ocupando principalmente as regiões tropicais do globo terrestre, sendo mais de 80% de seus gêneros constituídos predominantemente por espécies lenhosas (Robbrecht, 1988).

Estudos filogenéticos baseados em dados moleculares indicam que a família Rubiaceae deve ser dividida em três subfamílias: Cinchonoideae, Ixoroideae e Rubioideae

[1]Parte da Dissertação de Mestrado do segundo autor apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

[2]Universidade do Estado do Rio de Janeiro – IBRAG / DBV, R. São Francisco Xavier 524, PHLC sala 224, Maracanã, 20550-000, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ccallado@uerj.br

[3]Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. R. Pacheco Leão, 915, Jardim Botânico, 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. / Bolsista da Fundação Botânica Margaret Mee.

(Bremer *et al.*, 1995; Rova *et al.*, 1997), resultado que é corroborado por recentes estudos sobre a anatomia do lenho na família (Jansen *et al.*, 1997, 1999, 2002; Lens *et al.*, 2000).

O gênero *Simira* compreende 41 espécies distribuídas pela região neotropical (Andersson, 1992). O Brasil está representado por 16 espécies, sendo que quatro ocorrem no estado do Rio de Janeiro (Silva Neto, 2000). O gênero é representado por árvores de pequeno a grande porte (Peixoto, 1982), com espécies de interesse econômico, reconhecidas pelo valor tintorial, madeireiro, artesanal e paisagístico para a arborização de ruas (Saldanha da Gama, 1872; Record & Mell, 1924; Record & Hess, 1943; Côrrea, 1978; Mainieri & Chimelo, 1989; Peixoto, 1982). Caracteriza-se por apresentar cerne marrom ou acinzentado, alburno amarelado ou acinzentado quando recém cortado, adquirindo geralmente coloração vermelha, rósea ou violácea quando exposto ao ar e/ou à luminosidade (Peixoto, 1982; Mainieri & Chimelo, 1989) e que desaparece alguns meses após a coleta.

Este trabalho tem por objetivo estudar a anatomia da madeira das espécies *Simira glaziovii*, *S. pikia* e *S. rubra* ocorrentes na Floresta Atlântica do estado do Rio de Janeiro e verificar se os caracteres anatômicos do lenho podem ser utilizados para segregar essas espécies.

Tabela 1 - Relação das espécies estudadas, números de registro na Xiloteca do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (**RBw**) e dados dendrométricos dos indivíduos amostrados (**DAP**: diâmetro à altura do peito em centímetros; **H**: altura da árvore em metros).

Espécie	RBw	DAP	H
Simira glaziovii	7503	42,6	20
Simira glaziovii	7505	42,2	20
Simira pikia	7517	19,6	18
Simira pikia	7635	19,5	14
Simira rubra	7502	28,0	15
Simira rubra	7504	35,9	20

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de madeira foram coletadas na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu-RJ (22°28' – 22°39' S e 43°13' – 43°34' W), por método não destrutivo, em indivíduos com diâmetro à altura do peito (aproximadamente 1,30 m do solo) superior a 19 cm e encontram-se depositadas na Xiloteca do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – RBw (Tabela 1). Foram selecionados dois indivíduos por espécie que apresentavam tronco cilíndrico, reto e sem bifurcação ou defeito aparente.

O material botânico foi processado no Laboratório de Botânica Estrutural do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, onde foram confeccionados os corpos de prova, conforme especificação das Normas de Procedimentos em Estudos de Anatomia da Madeira (Coradin & Muñiz, 1991).

Os corpos de prova foram submetidos a processos de amolecimento físico em autoclave. Posteriormente foram seccionados ao micrótomo de deslizamento Spencer modelo 860 com espessura entre 15 µm e 30 µm, orientados nos sentidos transversal e longitudinal – tangencial e radial.

Alguns cortes não sofreram qualquer tratamento, sendo os demais clarificados pelo hipoclorito de sódio em solução aquosa 50% e submetidos ao processo de coloração dupla pela mistura azul de astra e safranina (Burger & Richter, 1991). Os cortes foram desidratados em série etílica ascendente e transferidos para xilol P.A. (Johansen, 1940; Sass, 1958), usando o Permount como meio de montagem para confecção de lâminas permanentes.

As dimensões das fibras e o comprimento dos elementos de vaso foram aferidos em material dissociado através da mistura de Franklin (Jane, 1956), com alterações no modo de uso (Fedalto, 1982). Posteriormente, o material foi macerado (Dop & Gautié, 1909), corado por safranina hidroalcoólica 50% (Sass, 1958) e montado em lâminas com glicerina 50% (Strasburger, 1924).

Os testes histoquímicos foram realizados em seções obtidas de material sem qualquer tratamento prévio. Para identificar paredes celulósicas e paredes lignificadas, empregou-se a coloração diferencial pelo cloreto de zinco iodado (Jensen, 1962). Os cristais foram evidenciados por luz polarizada (Jones, 1950) e testados pela insolubilidade no ácido acético glacial e solubilidade no ácido clorídrico (McLean & Cook, 1958). Para verificar a presença de substâncias pécticas, foi utilizado o vermelho de rutênio (McLean & Cook, 1958); de lipídeos, o Sudan IV (Johansen, 1940; Jensen, 1962) e de substâncias fenólicas, o método de Hoephner-Vorsatz (Reeve, 1951).

A classificação e descrição do lenho das espécies estudadas, bem como as mensurações e contagens dos elementos celulares seguiram as recomendações do IAWA Committee (1989) e Coradin & Muñiz (1991). Nas mensurações utilizou-se a ocular micrométrica acoplada ao microscópio Olympus BH2 ou o Analisador de Imagem Pró-Plus versão 3.0 para Windows acoplado ao mesmo microscópio. Os valores mínimos, médios e máximos das aferições são apresentados nas descrições dos elementos celulares de cada espécie.

As fotomicrografias foram realizadas ao microscópio óptico Olympus BH2 e as escalas calculadas sob as mesmas condições das ilustrações.

As análises estatísticas foram realizadas com Statistic Software 4.2. O teste de Shapiro-Wilk W foi utilizado para testar a normalidade das amostras (Zar, 1996). A significância dos pares de correlação entre os caracteres anatômicos quantitativos foi determinada pelo teste-*t* de Student (Zar, 1996). A análise dos componentes principais foi utilizada para ordenar as espécies, os caracteres anatômicos quantitativos e qualitativos e evidenciar os fatores de maior variância (Ludwig & Reynolds, 1988).

RESULTADOS

Descrição anatômica

Simira glaziovii **(K. Schum.) Steyerm.**
(Figs. 1-3, 10 e 12)

Camadas de crescimento: pouco distintas, demarcadas pela presença de 1-2 camadas de fibras de paredes mais espessas, achatadas radialmente no lenho tardio.

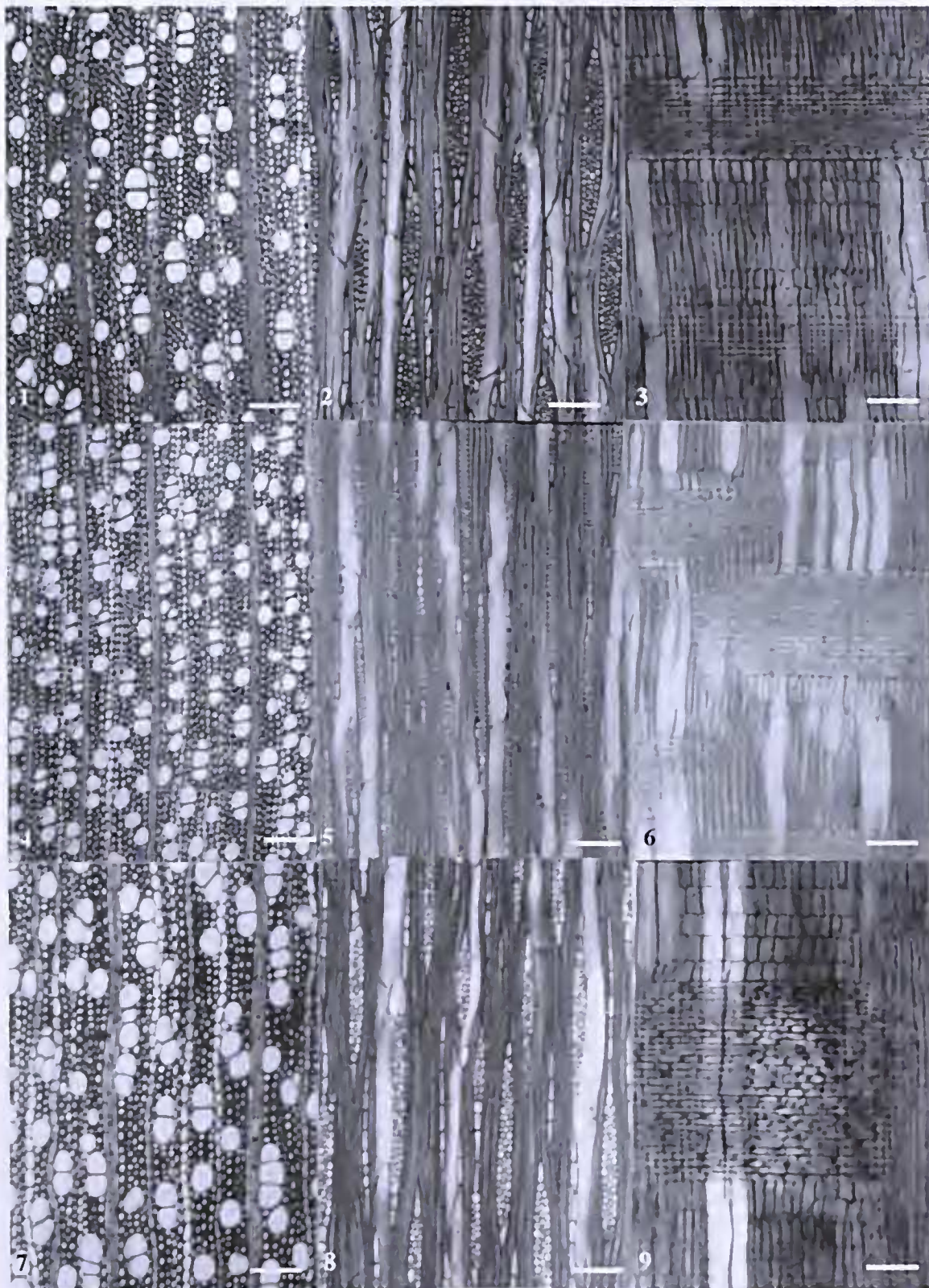
Elementos de vaso: porosidade difusa; (36-)44(-50)/mm²; solitários (maioria), em arranjos radiais de 2-3 (-4) elementos; seção circular a oval; comprimento de (575-)975 (-1460) µm; diâmetro tangencial de (38-)57 (-83) µm; placas de perfuração exclusivamente simples; pontoações intervasculares diminutas (< 4 µm), alternas, ornamentadas, com formato circular; pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de conteúdo avermelhado nos elementos de vaso, em material sem qualquer tratamento laboratorial; presença de elementos de vaso estreitos semelhantes a fibras e com placas de perfuração simples.

Fibras: septadas; comprimento de (1110-) 1920(-2615) µm; diâmetro de (24-)30(-42) µm; lume de (8-)14(-23) µm; paredes de delgadas a espessas; pontoações areoladas inferiores a 3 µm localizadas apenas nas paredes radiais.

Parênquima axial: ausente ou extremamente raro.

Raios: (5-)8(-11)/mm; unisseriados e multisseriados (2-6 células de largura, 22- 72 - 92 µm) com porções unisseriadas, integrados por células procumbentes na região central e 1-7 fileiras de células eretas ou quadradas nas margens; altura de (151-)1093(-1634) µm; presença de células envolventes; presença de raios fusionados; presença de cristais prismáticos de oxalato de cálcio; presença de células perfuradas de raio.

Simira pikia **(K. Schum.) Steyerm.**
(Figs. 4-6 e 13)

Camadas de crescimento: pouco distintas, demarcadas pela presença de 1-2 camadas de fibras de paredes mais espessas, achatadas radialmente no lenho tardio.

Figuras 1-3 – *Simira glaziovii*: 1. seção transversal; 2. seção longitudinal tangencial; 3. seção longitudinal radial. Figuras 4-6 – *Simira pikia*: 4. seção transversal; 5. seção longitudinal tangencial; 6. seção longitudinal radial. Figuras 7-9 – *Simira rubra*: 7. seção transversal; 8. seção longitudinal tangencial; 9. seção longitudinal radial. Barra = 300 μm.

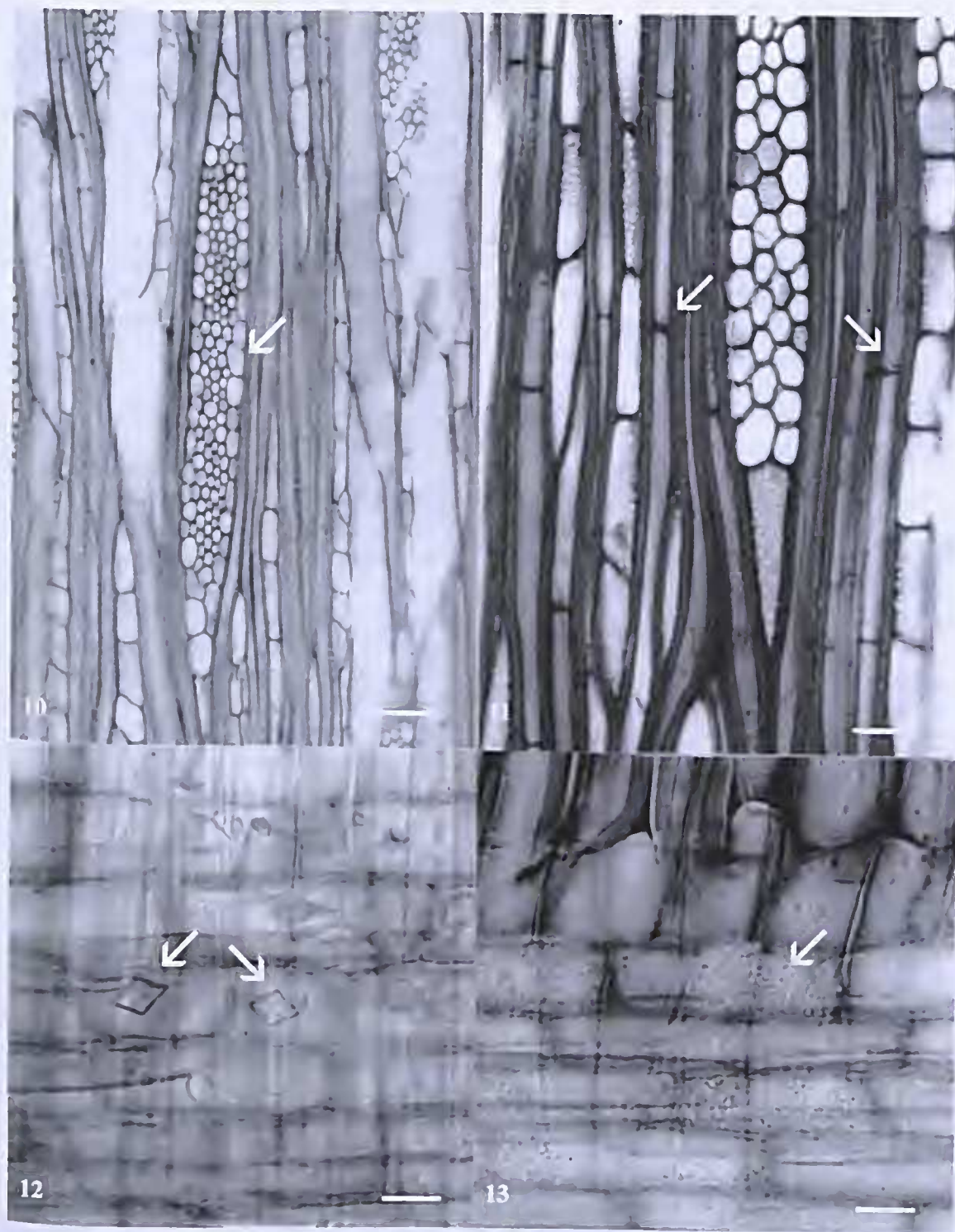



Figura 10 – Seção longitudinal tangencial do lenho de *Simira glaziovii*, evidenciando raio multisseriado com células envolventes (→). Barra = 150 µm. Figura 11 – Detalhe das fibras septadas de *Simira rubra*, evidenciando septos transversais (→). Barra = 75 µm. Figura 12 – Detalhe das células do parênquima radial de *Simira glaziovii*, evidenciando a presença de cristais prismáticos (→). Barra = 25 µm. Figura 13 – Detalhe das células do parênquima radial de *Simira pikia*, evidenciando a presença de areia cristalina (→). Barra = 25 µm.

Elementos de vaso: porosidade difusa; (73-)78(-83)/mm²; solitários, em arranjos radiais de 2-4 elementos; seção circular a oval; comprimento de (861-)900(-938) µm; diâmetro tangencial de (46-)48(-50) µm; placas de perfuração exclusivamente simples; pontoações intervasculares diminutas (< 4 µm), alternas, ornamentadas, com formato circular; pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de conteúdo amarelado nos elementos de vaso, em material sem qualquer tratamento laboratorial; presença de elementos de vaso estreitos semelhantes a fibras e com placas de perfuração simples.

Fibras: septadas; comprimento de (1120-)1162(-1204) µm; diâmetro de (31-)32 (-33) µm; lume de (11-)12(-13) µm; paredes de delgadas a espessas; pontoações areoladas inferiores a 3 µm localizadas apenas nas paredes radiais.

Parênquima axial: ausente ou extremamente raro.

Raios: (8-)9(-13)/mm; unisseriados e multisseriados (2-4 células de largura, 13- 30 - 52 µm) com porções unisseriadas, integrados por células procumbentes na região central e 1-5 fileiras de células eretas ou quadradas nas margens; altura de (161-)543(-996) µm; presença de raios agregados e fusionados; presença de areia cristalina de oxalato de cálcio; presença de células perfuradas de raio.

Simira rubra **(Mart.) Steyerm.**
(Figs. 7- 9 e 11)

Camadas de crescimento: pouco distintas, demarcadas pela presença de 1-2 camadas de fibras de paredes mais espessas, achatadas radialmente no lenho tardio.

Elementos de vaso: porosidade difusa; (40-)48(-59)/mm²; solitários, em arranjos radiais de 2-4(-5) elementos; seção circular a oval; comprimento de (549-)887(-1191) µm; diâmetro tangencial de (42-)60(-74) µm; placas de perfuração exclusivamente simples; pontoações intervasculares diminutas (< 4 µm), alternas, ornamentadas, com formato circular; pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de conteúdo avermelhado nos elementos de vaso, em material sem qualquer tratamento laboratorial; presença de elementos de vaso estreitos semelhantes a fibras e com placas de perfuração simples.

Fibras: septadas; comprimento de (1103-)1925(-2593) µm; diâmetro de (24-)32 (-37) µm; lume de (8-)16(-23) µm; paredes de delgadas a espessas; pontoações areoladas inferiores a 3 µm localizadas apenas nas paredes radiais.

Parênquima axial: ausente ou extremamente raro.

Raios: (5-)8(-10)/mm; unisseriados e multisseriados (2-6 células de largura, 26- 62 - 69 µm) com porções unisseriadas, integrados por células procumbentes na região central e 1-7 fileiras de células eretas ou quadradas nas margens; altura de (190-)419(-1309) µm; presença de raios fusionados; presença de areia cristalina de oxalato de cálcio; presença de células perfuradas de raio.

Análise comparativa

A análise comparativa entre as espécies estudadas evidenciou que os caracteres anatômicos quantitativos do lenho que se mostraram significativos para segregação das espécies ($\alpha < 0,05$) foram: a freqüência, o diâmetro e o comprimento dos elementos de vaso; a freqüência, a largura e o comprimento dos raios e o comprimento das fibras.

A análise dos componentes principais, utilizando características anatômicas quantitativas e qualitativas, ordenou as três espécies separadamente (Fig. 14). O eixo 1 foi responsável por 42% da variância total e separou a espécie *S. glaziovii*, principalmente pela relação positiva com a largura dos raios, a presença de células envolventes e de cristais prismáticos. Em oposição, projetou-se negativamente no eixo 1, a espécie *S. pikia*, em razão da freqüência dos elementos de vasos e dos raios e pela presença de areia cristalina nas células dos raios. O eixo 2 explica

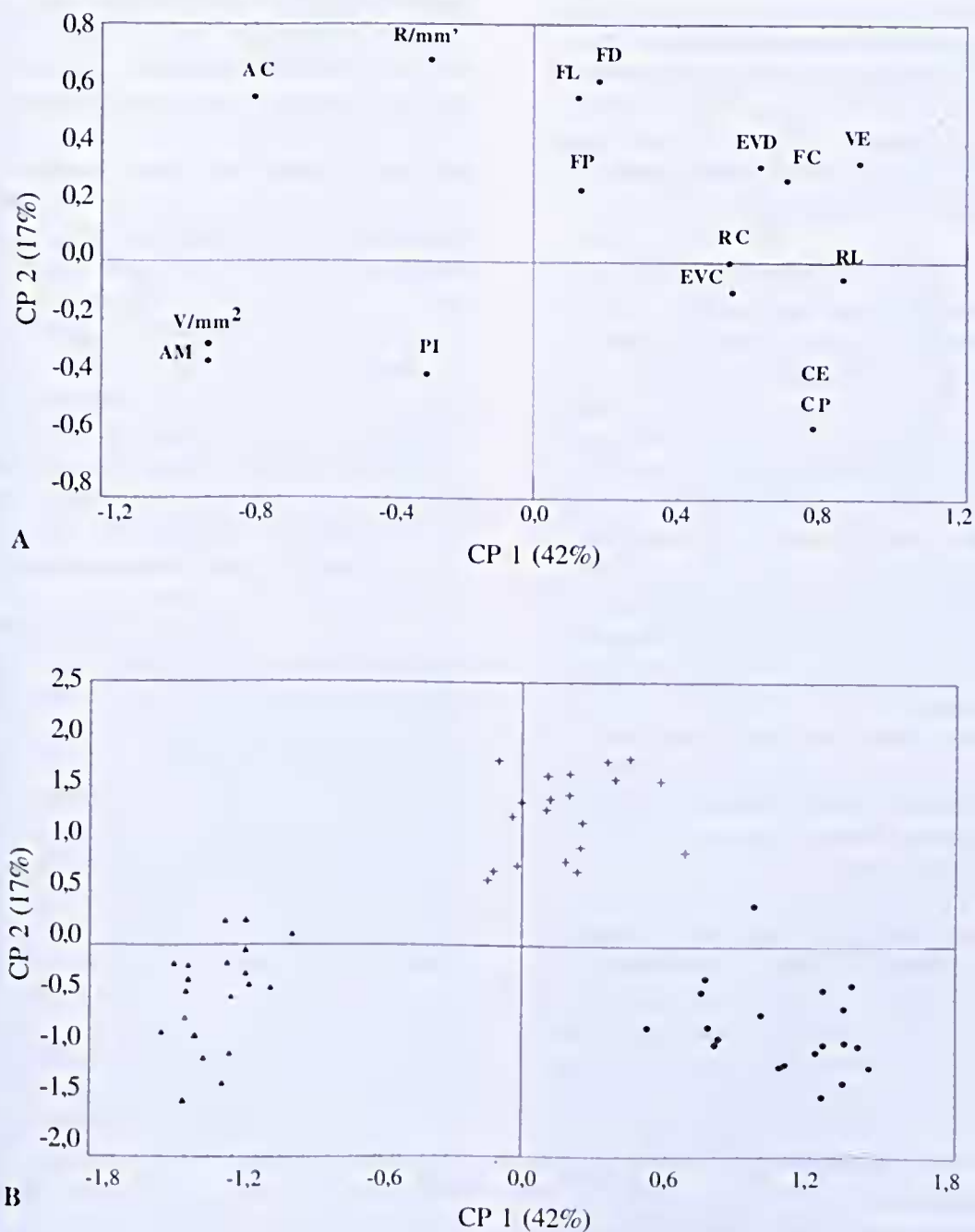



Figura 14 A-B – Análise dos componentes principais: (A) Ordenação das variáveis. (B) Ordenação das espécies. V/mm²: freqüência dos elementos de vaso; EVC: comprimento dos elementos de vaso; EVD: diâmetro tangencial dos elementos de vaso; PI: diâmetro das pontoações intervasculares; FC: comprimento das fibras; FD: diâmetro das fibras; FL: diâmetro do lumen das fibras; FP: espessura da parede das fibras; R/mm': freqüência dos raios; RC: comprimento dos raios; RL: largura dos raios em micrômetros; CE: células envolventes; CP: cristais prismáticos; AC: areia cristalina; VE: coloração vermelha do lenho e AM: coloração amarela do lenho. ● *Simira glaziovii*; ▲ *Simira pikia* e ✚ *Simira rubra*.

17% da variância total e separou a espécie *S. rubra*, principalmente pela projeção positiva das coordenadas: coloração vermelha do lenho, diâmetro dos elementos de vaso e diâmetro e comprimento das fibras. A coordenada negativa do eixo 2 foi representada pela coloração amarela do lenho de *S. pikia*.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os caracteres anatômicos observados nas espécies *Simira glaziovii*, *S. pikia* e *S. rubra* estão de acordo com aqueles referidos para a família e gênero em questão (Koek-Noorman, 1969a, 1977; Koek-Noorman & Hogeweg, 1974; Record & Hess, 1943; Record & Mell, 1924; Jansen *et al.*, 2002). Vasos solitários e em agrupamentos radiais de poucos elementos, fibras libriformes septadas e parênquima axial ausente ou extremamente raro são características próprias do lenho tipo II, segundo a classificação anatômica de Koek & Noorman (1977). A presença dessas características nas espécies estudadas corrobora os resultados de Jansen e colaboradores (2002), que defendem a posição do gênero na tribo Simireae subfamília Ixoroideae.

A presença de areia cristalina nas células do raio, como observado em *S. pikia* e *S. rubra*, é uma característica constante para o gênero *Simira* e utilizada na construção da árvore filogenética hipotética da tribo Simireae (Jansen *et al.*, 2002). Todavia, os cristais prismáticos observados nas células dos raios de *S. glaziovii*, até então não citados para a tribo, podem resultar em nova organização dessa árvore filogenética, visto que as inclusões minerais são importantes marcadores taxonômicos para a anatomia sistemática da família Rubiaceae, como referido por Jansen e colaboradores (2002).

Embora, a estrutura anatômica do lenho seja semelhante nas três espécies estudadas, puderam ser identificadas, as seguintes características diferenciais: raios mais largos, portadores de células envolventes e cristais prismáticos em *S. glaziovii* e ausência de células envolventes e presença de areia cristalina nos raios das espécies *S. pikia* e *S. rubra*. *S. pikia* distingue-se de *S. rubra* e *S. glaziovii* por apresentar elementos de vaso mais numerosos e com menor diâmetro, raios mais estreitos e fibras mais curtas. No momento da coleta estas espécies podem ainda ser separadas pela coloração vermelha que as madeiras de *S. glaziovii* e *S. rubra* adquirem após o corte e que está ausente em *S. pikia*, que apresenta coloração amarela muito intensa.

Record & Mell (1924) mencionam a ausência de tilos ou qualquer outro depósito no interior dos vasos de espécies de *Simira*. A ausência de tilos nas espécies estudadas pode estar relacionada ao tamanho reduzido dos elementos de vaso, inferiores a 80 µm e das pontoações intervasculares, menores que 4 µm. Medidas com esta ordem de grandeza não propiciam o desenvolvimento dos tilos (Bonsen & Kucera, 1990). Neste caso, os elementos de vaso inativos para o transporte de água são normalmente obliterados por gomo-resinas (Bonsen & Kucera, 1990), o que também não foi observado no lenho das espécies em questão. Por outro lado, em material não submetido a qualquer tratamento laboratorial, observou-se a presença de conteúdo de coloração vermelha no interior dos elementos de vaso de *S. glaziovii* e de *S. rubra* e conteúdo de coloração amarela, no interior dos elementos de vaso de *S. pikia*. Embora a natureza química desse conteúdo não tenha sido identificada pelos testes histoquímicos realizados, acredita-se que o mesmo seja responsável pela coloração que a madeira adquire após o corte, uma vez que nenhuma célula ou estrutura secretora foi identificada no lenho das espécies analisadas.

A classificação dos elementos traqueais imperfurados – traqueóides – e das células de sustentação – fibrotraqueóides e fibras libriformes – é assunto de ampla discussão na família Rubiaceae (Jansonius, 1926; Bremekamp, 1966; Koek-Noorman, 1969a). As definições desses elementos oferecem considerável dificuldade, não no que concerne

aos tipos extremos, mas pela necessidade de situar e definir os tipos intermediários (Koek-Noorman, 1969a). Neste trabalho, consideramos fibras libriformes, as células de sustentação, em função do diâmetro reduzido de suas pontoações – inferiores a 3 µm – e de elementos de vaso as células portadoras de placas de perfuração simples, mesmo quando seu diâmetro tengencial era semelhante aos das fibras libriformes.

A anatomia do lenho mostrou-se eficaz para ser utilizada como ferramenta adicional na segregação das espécies *S. glaziovii*, *S. pikia* e *S. rubra*, cabendo ressaltar que variações fenotípicas decorrentes da ação do ambiente foram desconsideradas nesta análise, pois todos os indivíduos coletados estavam sujeitos às mesmas condições ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pelo patrocínio; ao Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, na pessoa da coordenadora do Programa Mata Atlântica, Dra. Rejan R. Guedes-Bruni, pelo apoio logístico; à Fundação Botânica Margaret Mee, pela bolsa de pesquisa concedida; à Dra. Maria Léa Xavier, gerente da Reserva Biológica do Tinguá, por permitir as coletas do material botânico; ao Laboratório de Botânica Estrutural do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, pela utilização de suas dependências e equipamentos; a Walter da Silva, pelo inestimável auxílio nos trabalhos de campo; a Inês C. Neves Grillo, pela confecção das lâminas; a Paulo Rogério Ferreira Dias, pelas ampliações fotográficas, e às Dras. Ariane L. Peixoto, Claudia F. Barros e Cecília G. Costa, pela leitura crítica deste manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersson, L. 1992. A provesional checklist of neotropical Rubiaceae. **Scripta Bot. Belgica 1**: 1-199.

Bonsen, K.J.M. & Kucera, L.J. 1990. Vessel occlusions in plants: morphological, functional and evolutionary aspects. **IAWA Bull. 11**(3): 393-399.

Bremekamp, C.E.B. 1966. Remarks on the position, the delimitation and the sub-division of the Rubiaceae, **Acta Bot. Neerl. 15**: 1-33.

Bremer, B.; Andreasen, K. & Olsson, D. 1995. Subfamilial and tribal relationships in the Rubiaceae based on *rbc*L sequence data. **Ann. Missouri Bot. Gard. 82**: 383-397.

Burger, L.M. & Richter, H.G. 1991. *Anatomia da Madeira*. Nobel, São Paulo. 154 p.

Coradin, V.T.R. & Muñiz, G.M.B. 1991. *Normas de Procedimentos em Estudos de Anatomia de Madeira: I.* Angiospermae. II. Gimnospermae. LPF, Brasília, 19 p.

Corrêa, M.P. 1926-1978. *Dicionário das Plantas Úteis e das Exóticas Cultivadas*. Min. Agricultura. Rio de Janeiro, vol. 3, 646 p.

Cronquist, A. 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. 2 ed. The New York Botanical Garden, New York, 555 p.

Delprete, P.G. 1999. Rondeletieae (Rubiaceae). *Flora Neotropica*. Monograph 77. The New York Botanical Garden, New York. 226 p.

Dop, D. & Gautié, A. 1909. *Manuel de Technique Botanique*. Paris, F.R. de Suderval, 594 p.

Fedalto, L.C. 1982. Estudo anatômico do lenho de *Bixa arborea* Huber. **Acta Amazon. 12**(2): 389-399.

Gleason, H.A. & Cronquist, A. 1968. The Pteridophytoa, Gymnospermae and Monocotyledoneae. *In: The New Britton and Brown Illustrated Flora of the North-eastern United States and Adjacent Canada*, 482 p.

IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bull. 10**(2): 219-332.

Jane, F.W. 1956. *The Structure of Wood*. A. & C. Black, London. 478 p.

Jansen, S.E.; Robbrecht. E.; Beeckman & Smets, E. 1997. Wood anatomy of the predominantly African representatives of the tribe Psychotrieae (Rubiaceae – Rubioideae). **IAWA J. 18**(2): 169-196.

Jansen, S.E.; De Block, P.; Beeckman & Smets, E. 1999. Systematic wood anatomy of the Pavetteae (Rubiaceae-Ixoroideae). **Syst. Geogr. Pl. 68**: 113-133.

Jansen, S.; Robbrecht, E.; Beeckman, H. & Smets, E. 2002. A survey of the systematic wood of the Rubiaceae. **IAWA J. 23**(1): 1-67.

Janssonius, H.H. 1926. *Micrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten*. IV. Leiden, 240 p.

Jensen, D.H. 1962. *Botanical Histochemistry (Principles and Pratice)*. San Francisco, W.H. Freeman and Company, 408 p.

Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York, MacGraw – Hill Book Company, 523 p.

Jones, R.M. 1950. *Microscopical Technique*. 3 ed. Paul B. Hoeber Inc., New York, 790 p.

Koek-Noorman, J. 1969a. A contribution to the wood anatomy of South American (Chiefly Suriname) Rubiaceae. I. **Acta Bot. Neerl. 18**(1): 108-123.

_____. 1969b. A contribution to the wood anatomy of South American (Chiefly Suriname) Rubiaceae. II. **Acta Bot. Neerl. 18**(2): 377-395.

_____. 1977. Systematische Holzanatomie einiger Rubiaceen. **Ber. Deut. Bot. Ges. 90**:183-190.

_____ & Hogeweg, P. 1974. The wood anatomy of Vanguerieae, Cincohoneae, Codaminae, and Rondeletieae (Rubiaceae). **Acta Bot. Neerl. 23**(5-6): 627-653.

_____ & Puff, C. 1983. The wood anatomy of Rubiaceae tribe Anthospermeae and Paederieae. **Pl. Syst. Evol. 143**: 17-25.

_____ & Puff, C. 1991. The wood anatomy of *Paederia* L. (Rubiaceae, Paederieae). *In*: Puff, C. (ed.). The genus *Paederia* L. (Rubiaceae, Paederieae): A multi-disciplinary study. **Opera Bot. Belg. 3**: 35-40.

Lens, F.; Jansen, S.; Robbrecht, E. & Smets, E. 2000. Wood anatomy of the Vanguerieae (Ixoroidea-Rubiaceae), with special emphasis on some geofrutices. **IAWA J. 21**(4): 443-455.

Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology. A primer on Methods and Computing*. John Wiley & Sons, New York, 368 p.

Mainieri, C. & Chimelo, J.P. 1989. *Ficha de Característica das Madeiras Brasileiras*. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 420 p.

Mclean, R.C. & Cook, W.R.I. 1958. *Plant Science Formulae*. MacMillan & Company Ltd., London. 250 p.

Peixoto, A.L. 1982. As espécies de *Simira* (Rubiaceae, Rondeletieae) do Norte do Estado do Espírito Santo. **Arq. Univ. Fed. Rur. Rio de Janeiro 5**: 115-128.

Record, S.J. & Hess, R.W. 1943. *Timbers of the New World*. Yale Univ. Press, New Haven. 457-472.

_____ & Mell, C.D. 1924. *Timbers of Tropical America*. Yale Univ. Press. New Haven. 550-552.

Reeve, R.M. 1951. Histochemical tests for polyphenols in plant tissues. **Stain Tech. 26**(2): 91-96.

Robbrecht, E. 1988. Tropical wood Rubiaceae. Characteristic features and progressions. Contribuitions to a new subfamilial classification. **Opera Bot. Belgica 1**: 1-271.

Robbrecht, E. 1994. Supplement to the 1988 outline of the classification of the Rubiaceae: Index to genera. *In*: Robbrecht, E. (ed.). Advances in Rubiaceae macrosystematics. **Opera Bot. Belgica 6**: 173-196.

Rogers, G.K. 1981. The wood anatomy of *Gleasonia*, *Henriquezia*, and *Platycarpum* (Rubiaceae) and its bearing on their classification: some new considerations. **Brittonia 33**: 461-465.

_____. 1984. *Gleasonia, Henriquezia*, and *Platycarpum* (Rubiaceae). *Flora Neotropica monograph 39*. New York.

Rova, J.H.E.; Andersson, L.; Delprete, P.G. & Albert, V.A. 1997. Macrophylogeny of the Rubiaceae from trnL-F sequence data. Abstract of the AIBS meetings, Canada. **Amer. J. Bot. 84(supplement)**: 227.

Saldanha da Gama, J. de. 1872. *Configuração e estudo botânico dos vegetais seculares III*: 1-127. Typogr. Univ. Laemmert, Rio de Janeiro. 127 p.

Sass, J.E. 1958. *Elements of Botanical Microtechnique*. New York–London, McGraw-Hill Book Company Inc. 222 p.

Silva Neto, S.J. da. 2000. *O gênero Simira Aubl. (Rubiaceae, Rondeleteiae) no Brasil extra-amazônico*. Dissertação Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UFRJ. 80 p.

Strasburger, E. 1924. *Handbook of Practical Botany*. New York. MacMillan. 532 p.

Takhtajan, A. 1980. Outline of the Classification of Flowering Plants (Magnoliophyta). **Bot. Rev. 46**: 225-359.

Ter Welle, B.J.H.; Loureiro, A.A.; Lisboa, P.L.B. & Koek-Noorman, J. 1983. Systematic wood anatomy of the tribe Guettardeae (Rubiaceae). **Bot. J. Linn. Soc. 87**: 13-28.

Zar, J.H. 1996. *Bioestatistical Analysis*. 3ª ed. Prentice Hall. New Jersey. 663 p.